

ა. ფრანგიშვილი, ზ. გასიტაშვილი, ი. აბულაძე
**საგზაო ქსელის მართვის მოდელი მოდიფიცირებული
 კეტრის ქსელის გამოყენებით**

რეზიუმე: სტატიაში განსაზღვრულია საგზაო ქსელის მართვის აღმწერი მოდიფიცირებული კეტრის ქსელი, რომელიც დაფუძნებულია შუქნიშნების, საგზაო ნიშნებისა და საგზაო ქსელის დაგეგმარების კომპონენტებზე. შემოთავაზებული *PNTR* ქსელის საშუალებით შესაძლებელია საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის ეფექტური დაგეგმარება და მართვა.

საკვანძო სიტყვები: საგზაო ქსელის მართვა, მოდიფიცირებული კეტრის ქსელი და საგზაო ქსელის დაგეგმარების კომპონენტები.

1. **შესავალი:** სტატიაში დამუშავებულია საგზაო ქსელის მართვის აღმწერი მოდიფიცირებული კეტრის ქსელი და შესაბამისი მათემატიკური მოდელი, რომელიც საგზაო ქსელის სივრცული მართვის საშუალებას გვაძლევს. საგზაო ქსელის მართვის მოდელირებისას მთავარი ყურადღება ექცევა:

- სატრანსპორტო ნაკადების გამტარუნარიანობის ამაღლებას, ეფექტური საგზაო ქსელის პირობებში უნდა შეგვეძლოს სატრანსპორტო ნაკადების განაწილება სხვადასხვა მიმართულებებით;
- ისეთ ფაქტორებს, რომლებიც წინასწარ არაა ცნობილი. მაგალითად, მძღოლის მოძრაობის მარშრუტს, მოძრაობის მანერას და ა.შ.
- შემთხვევითი ფაქტორების (საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევა, ამინდი და ა.შ.) გავლენას, რომლებიც დაკავშირებულია სეზონურ, გამოსასვლელ და სადღესასწაულო დღეებთან.

2. **ძირითადი ნაწილი.** საგზაო ქსელი იმართება საგზაო ნიშნებით. ამიტომ, საჭიროა შეიქმნას მოდელირების ისეთი სისტემა, რომელიც აღწერს საგზაო ნიშნებს. განვიხილოთ საგზაო ნიშნის ერთი ელემენტის – შუქნიშნის მოდელი, რომელიც დაფუძნებულია კეტრის ქსელის თეორიასა და მის მოდიფიცირებულ გაფართოებაზე.

იმისათვის, რომ არ გადაიტვიტოს საგზაო ქსელის მართვის კეტრის ქსელი, შემოგვაქვს შუქნიშნის აღმწერი *PNM* მაკროქსელის ცნება:

$$PNM = (P, T, \tau, \mu_0, \mu_i, \omega, F_1, F_2) , \quad (1)$$

სადაც $P = \{ p_1, p_2, \dots, p_n \}$ არის პოზიციების სიმრავლე. იგი შეესაბამება გზაჯვარედინების რაოდენობას;

$T = \{ t_1, t_2, \dots, t_n \}$ – გადასასვლელების სიმრავლე; ამასთან პოზიციებისა და გადასასვლელების სიმრავლეები არ გადაიკვეთება $P \cap T = \emptyset$. იგი შეესაბამება შუქნიშნის რეგულირების ციკლის ხანგრძლივობას;

$\tau - t_j (t_j \in T)$ გადასასვლელის გაშვების დრო (წმ);

$\mu_0(P) - p \in P$ წვეროს საწყისი მარკირება;

$\mu_i(P) -$ მოდელირების პროცესში დროში ცვალებადი მარკირება;

$\omega(P) - PNM$ ქსელის თითოეულ პოზიციას მიწერილი აქვს ტევადობა ($p \in P$ წვეროში მარკერების მაქსიმალური რაოდენობა);

$F_1(t) - t_j (t \in T)$ გადასასვლელისათვის შესასვლელი პოზიციების სიმრავლე;

$F_2(t) - t_j (t \in T)$ გადასასვლელისათვის გამოსასვლელი პოზიციების სიმრავლე; ამასთან $F_1(t) \subseteq P$ და $F_2(t) \subseteq P$.

PNM ქსელის $\mu_0(P)$ საწყისი მარკირება ნიშნავს ქსელის საწყის მდგომარეობაში $p \in P$ წვეროში ერთი მარკერის არსებობას, $\mu_i(P)$ კი - დროის i მომენტში $p \in P$ წვეროში მარკერის არსებობას.

რადგან, ჩვენ შემთხვევაში მარკერს წარმოადგენს ავტომობილი, აქედან გამომდინარე $\mu_0(P)$ შეესაბამება გზაჯვარედინზე ავტომობილების რაოდენობას პიკის საათის დასაწყისში. $\mu_i(P)$ შეესაბამება დროის გარკვეულ მომენტში გზაჯვარედინზე ავტომობილების რაოდენობას. ხოლო $\omega(P)$ შეესაბამება გზაჯვარედინის გამტარუნარიანობას (ავტომობილების მაქსიმალური რაოდენობა, რომლებიც მოთავსდებიან გზის ამ უბანზე). გამტარუნარიანობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$c = \frac{x}{x_{\text{ავტ}} + x_{\text{ოპტ}}} z, \quad (2)$$

სადაც x არის გზაჯვარედინის სიგრძე, სადაც შუქნიშანი მოქმედებს (მ);

$x_{\text{ავტ}}$ – სატრანსპორტო ნაკადში ყველაზე მეტად გავრცელებული სატრანსპორტო საშუალების სიგრძე (პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის იგი ტოლია 5 მ-ის);

$x_{\text{ოპტ}}$ – სატრანსპორტო საშუალებებს შორის ოპტიმალური მანძილი (მ);

z – სავალი ნაწილის ზოლების რაოდენობა.

$F_1(t)$ და $F_2(t)$ შეესაბამებიან გზაჯვარედინზე ფაზების მიხედვით ქვეითად მოსიარულეთა გატარებისათვის საჭირო დროებს.

PNM ქსელის პოზიციებისა და გადასასვლელების შემაერთებელ რკალებს მიწერილი აქვთ ჯერადობის მაჩვენებელი. აღვნიშნოთ $K_1(p, t)$ შესასვლელი პოზიციის რკალის ჯერადობის რიცხვი (იგი ტოლია t_j გადასასვლელის გაშვების შედეგად $p \in P$ შესასვლელი პოზიციიდან ამოღებული მარკერების რაოდენობის), ხოლო $K_2(t, p)$ — გამოსასვლელი პოზიციისათვის რკალის ჯერადობის რიცხვი (იგი ტოლია t_j გადასასვლელის გაშვების შედეგად $p \in P$ გამოსასვლელ პოზიციაში დამატებული მარკერების რაოდენობის).

PNM ქსელში გადასასვლელებს მიწერილი აქვთ დრო; აღვნიშნოთ იგი τ -თი ე.ი. τ არის t_j ($t_j \in T$) გადასასვლელის გადასვლის დრო. ეს დრო თითოეული გადასასვლელისათვის სხვადასხვაა და τ_1 გადასასვლელის გადასვლის დრო შეესაბამება ძირითადი ტაქტის ($t_{\text{კ}}$) ხანგრძლივობას. τ_3 და τ_4 გადასასვლელების გადასვლის დროები შეესაბამება შუალედური ტაქტის ($t_{\text{უ}}$) ხანგრძლივობას. τ_2 გადასასვლელის გადასვლის დრო კი გამოითვლება ფორმულით $t_{\text{ფ}} = T_{\text{ც}} - t_{\text{კ}} - 2t_{\text{უ}}$.

სატრანსპორტო ნაკადების უსაფრთხო მოძრაობისათვის აუცილებელია გზის ამა თუ იმ უბანზე სწორად იქნას დაყენებული საგზაო ნიშნები. აგრეთვე, შესაძლებელია სინქარის საზღვრების მითითება.

საგზაო ნიშნები, რომლებიც კონკრეტულ მომენტში მართავს გზის მოძრაობას, აღიწერება შემდეგი მახასიათებელი პარამეტრებით [1]: მოძრაობის სინქარე, მოძრაობის ინტენსიურობა, სატრანსპორტო ნაკადის სიმჭიდროვე და გამტარუნარიანობა და სხვა. საგზაო ნიშნების მეშვეობით მძღოლებს შეუძლიათ თავიდან აიცილონ მოსალოდნელი საშიშროება. მაგალითად, შუქნიშანთან ერთად უნდა იდგეს ინვალიდის ეტლის აღმნიშვნელი საგზაო ნიშანი, რომელიც მძღოლს აწვდის დამატებით ინფორმაციას, რომ შეანელოს სინქარე. სკოლის, საბავშვო ბაღისა და მოხუცებულთა სახლის წინ აუცილებლად უნდა იდგეს რეკომენდებული სინქარის აღმნიშვნელი საგზაო ნიშანი. განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ავტომაგისტრალზე საგზაო ნიშნების დადგმას, რომელიც მძღოლებს მიაწვდის მათთვის საჭირო ინფორმაციას.

1-ელ ნახაზზე გამოსახულია საგზაო ქსელის აღწერისა და მართვის კომპონენტები მოდიფიცირებული პეტრის ქსელით. ა შემთხვევა შეესაბამება ავტომაგისტრალზე მხოლოდ საგზაო ნიშნის გამოყენებას, ბ – შუქნიშანთან ერთად გამაფრთხილებელი საგზაო ნიშნის გამოყენებას, გ – შუქნიშანთან ერთად ამკრძალავი ან მიმითებელი საგზაო ნიშნის გამოყენებას, ხოლო დ – შუქნიშანთან ერთად საინფორმაციო-მაჩვენებელი ან სერვისის საგზაო ნიშნის გამოყენებას. ამ ნახაზზე M_1 არის შუქნიშნის აღმწერი მაკროქსელი.

საგზაო ქსელის მართვის აღმწერი მოდიფიცირებული პეტრის ქსელი განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$PNTR = (PNM, Q, V, N, \Omega, S, STAT), \quad (3)$$

სადაც PNM არის შუქნიშნის აღმწერი მაკროქსელი;

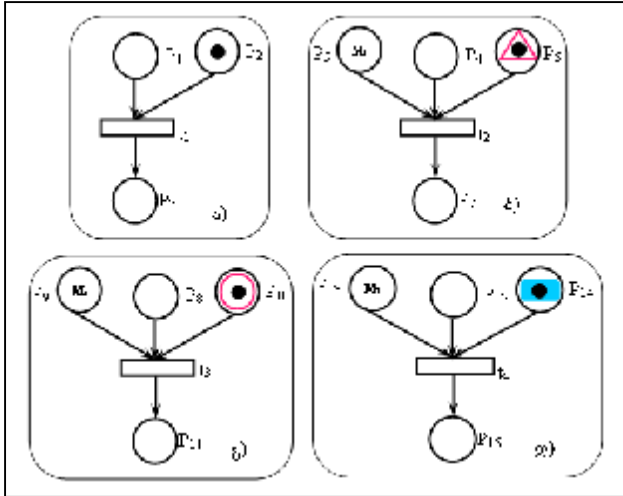
$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ – სივრცული მართვის კოეფიციენტი;

V – სატრანსპორტო ნაკადის მოძრაობის სინქარე;

N – სატრანსპორტო ნაკადის მოძრაობის ინტენსიურობა;

Ω – სატრანსპორტო ნაკადის სიმჭიდროვე;

S – გზაჯვარედინზე საცობის სიგრძე;



ნახ.1. საგზაო ქსელის აღწერის და მართვის კომპონენტები მოდიფ-პეტრის ქსელით

$STAT = \{STAT_1, STAT_2, \dots, STAT_n\}$ –

სტატისტიკური პარამეტრების სიმრავლე.

აღნიშნულ სტატისტიკურ პარამეტრებს საგზაო მოძრაობის მართვის მოდელირებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს, რადგან მათი საშუალებით შეიძლება დავადგინოთ:

- თითოეული ავტომობილის მომსახურების საშუალო დრო;
- თითოეული ავტომობილის მომსახურების მაქსიმალური დრო;
- თითოეული ავტომობილის დაყოვნების საშუალო დრო;
- თითოეული ავტომობილის დაყოვნების მაქსიმალური დრო;
- ავტომობილების რიგის საშუალო მნიშვნელობა (რიგის სიგრძე).

PTTR ქსელში შემავალი Q

წარმოადგენს საგზაო მოძრაობის მოდელირებისას ერთ-ერთ ძირითად პარამეტრს, რადგან მისი საშუალებით

შესაძლებელია საგზაო კვანძის სხვადასხვა ალტერნატიული გზებიდან ერთ-ერთის არჩევა. მძღოლისთვის უმოკლესი გზის ან სიტუაციიდან გამომდინარე მართვადი საგზაო ნიშნის მიერ მითითებული გზით წასვლა, რაც ნიშნავს შემოვლითი გზით მისვლას სასურველ ადგილამდე (ქუჩამდე).

PNTR ქსელი ხასიათდება შემდეგი თვისებებით:

1. *PNTR* ქსელი შეიცავს შემდეგი ტიპის წევრობებს: – სინქრონიზაციის; – ჩვეულებრივს.
2. *PNTR* ქსელი შეიცავს შემდეგი ტიპის გადასასვლელებს: – პარალელური განშტოების გადასასვლელებს; – ალტერნატიული არჩევის გადასასვლელებს.
3. *PNTR* ქსელი არის ფერადი – ინტერპრეტირებული ქსელი.
4. კონფლიქტური გადასასვლელების გაშვება ხორციელდება გადასასვლელის არჩევის ფუნქციით, ხოლო ამ ფუნქციის არგუმენტებს წარმოადგენენ კონფლიქტურ წევრობებში მოთავსებული მარკერის პარამეტრები.
5. მარკერის პარამეტრები გარედან წარმოიქმნება და აქტიური გადასასვლელების გაშვების შემდეგ თითოეულ მის გამოსასვლელ პოზიციებში გადაადგილდება [2].

6. **დასკვნა.** დამუშავებულია საგზაო ნიშნებისა და სატრანსპორტო ნაკადის მახასიათებელი პარამეტრების აღმწერი სპეციალიზებული ქსელი, რომელიც წარმოადგენს პეტრის ქსელის მოდიფიკაციას. იგი არატრადიციული საგზაო ნიშნების ბაზაზე სივრცული მართვის საშუალებას იძლევა და საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის მოდელირების ეფექტური საშუალებაა.

4. ლიტერატურა

1. ქონიაშვილი ი.მ., კვირიკაშვილი დ.გ. საგზაო მოძრაობის ორგანიზაციის ტექნიკური საშუალებები// თბილისი, 1997, გვ. 239.
2. Прангишвили А.И., Гаситашвили З.А. Специализированные сетевые модели управления мультипроцессорными вычислительными системами// Тбилиси, 1996, 263 с.

А.И. Прангишвили, З.А. Гаситашвили, И.Б. Абуладзе МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНОЙ СЕТЬЮ ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СЕТИ ПЕТРИ

Резюме

В статье определена модифицированная сеть Петри, описывающая управление дорожной сетью, которая основана на компонентах планирования светофора, дорожных знаков и дорожной сети. С помощью предложенной сети *PNTR* возможны эффективное планирование и управление организацией дорожного движения.

A.Prangishvili, Z.Gasitashvili, I. Abuladze ROAD NETWORK CONTROL MODEL USING MODIFIED PETRI NET

Summary

Modified Petri net describing road network control based on the components of road signs and road network planning is determined. Effective planning and control of traffic becomes possible with the presented *PNTR* network.